



| Vorstand

# ***Gefährdungsbeurteilung 4.0***

## ***Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Sicherheit und Gesundheitsschutz***

Detlef Gerst, Vorstand, VB 01, Ressort Zukunft der Arbeit

Vortrag im Rahmen der Fachveranstaltung des ABS Gefährdungsbeurteilung auf der Höhe der Zeit – eine Herausforderung für den Arbeitgeber am 31. Mai 2017 in Berlin



**ZdA** ZUKUNFT DER ARBEIT  
IG METALL



1. Vom Internet der Dinge zur Arbeit 4.0
2. Szenarien einer Arbeit 4.0
3. Assistenzsysteme und Robotik
4. Gestaltung digitalisierter Arbeit
5. Gestaltungsfeld Arbeitszeit

# Wettbewerb der Geschäftsmodelle: Der innovative Kern der Industrie 4.0



| Vorstand

## Geschäftsmodelle für die digitale Wirtschaft

<b>Wettbewerb zwischen Business Ecosystems (Plattformen)</b>	<b>Kundenindividualität/ -integration</b>	<b>Operative Effizienz als Standard</b>
Strategische Einzigartigkeit	Interaktive Wertschöpfung <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Produkt kommuniziert mit dem Kunden</li><li>▪ Kunde als Prosumer</li></ul>	Hohe Qualität als Standard
Vermischung von Märkten und Branchen / hybride Wertschöpfung		Flexibilität als Standard
Verkauf von Leistungen und Funktionen statt von Produkten	Vernetzung mit Echtzeitdaten	Zuverlässige Lieferung als Standard
<b>Selbst-lernende Algorithmen / Nicht-menschliche Akteure</b>	<b>Erhöhte Effizienz und Verfügbarkeit</b>	



# Mensch-Technik-Interaktion als Kern einer Arbeit 4.0

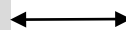


| Vorstand

**Industrie  
3.0**

## Traditionelles Arbeitssystem

Technologie als  
Hilfsmittel



Menschliche  
Entscheidungen

*Ausnahme:*  
technologisch  
vermittelte Kontrolle



**Industrie  
4.0**

## Hybrides System

(Autonome)  
technologische  
Entscheidungen

Techn.

Techn.



Menschliche  
Entscheidungen

**Verteilte  
Entscheidungen**

Technologie als  
autonomer Akteur  
und (Mit-)  
Entscheider



# Nutzung von Digitalisierungstechnologien in den eigenen Produktionsprozessen



| Vorstand

VDMA (2016): Impuls. Digital-vernetztes Denken in der Produktion

Remote Services (Ferndiagnose, Fernwartung, Software-Updates)

56%

12%

Condition Monitoring (digitale Überwachung des Betriebszustandes)

36%

21%

Software zur Modellierung / Simulation des Produktionsprozesses

34%

19%

Maschinen mit Fähigkeit zum automatisierten Informationsaustausch mit anderen Maschinen

19%


26%


Datenbasierte Dienstleistungen / Services auf Basis von (Big) Data Analysen

11%

19%

Onlinebefragung von VDMA Mitgliedsunternehmen, N=335

 Nutzung von Digitalisierungstechnologie

 Geplant in den nächsten 3 Jahren



# Teilelemente einer Arbeit 4.0: Vielfältige Arbeitsfolgen

## Produktionsarbeit

- Mensch-Roboter-Interaktion
- Ersetzung menschlicher Arbeit (Roboter, Algorithmen, 3 D-Drucker, ...)
- Augmented Reality: Information, Lernunterstützung und Anweisung
- Tracking des Beschäftigtenverhaltens
- Koordinierung von Arbeitszeit über das Internet
- Plug & Produce Module
- Mobile Mehrmaschinenbedienung
- Fernsteuerung von Produktionsanlagen

## Engineering

- EDV gestützte Simulation
- Beseitigung von Schnittstellen (Durchgängigkeit)
- Nutzung von Cloud und Crowd

## Instandhaltung

- Instandhaltung über räumliche Distanz
- Assistenzsysteme zur Diagnose, Entscheidungshilfe und Anleitung
- Condition Monitoring und Predictive Analytics

## Steuerung / Vernetzung

- Automatisierte Steuerung und Optimierung auf der Grundlage von Echtzeitdaten (BIG DATA)
- Virtuelle Netzwerke (Produktion und Dienstleistung, Plattformen)
- Telearbeit
- Smart Services und Standardisierung von Interaktionsarbeit

## Human Resources

- Automatisierte Personalbewertung und Ressourcenplanung



1. Vom Internet der Dinge zur Arbeit 4.0
2. Szenarien einer Arbeit 4.0
3. Assistenzsysteme und Robotik
4. Gestaltung digitalisierter Arbeit
5. Gestaltungsfeld Arbeitszeit

# Szenarien der Arbeit in der Industrie 4.0 – Extrempositionen

## Annahme weitreichender Veränderung von Arbeit

### Szenario Entproblematisierte Arbeit

- Technologie entlastet den Menschen
- Mensch wird Herrscher über die Technik; Mensch als „Dirigent“; Wandel vom Maschinenbediener zum „Maschinenmanager“

### Szenario Entfremdete Arbeit in der Cyber-Fabrik

- Mensch im Räderwerk Cyber-Physischer Systeme *und damit*
- ... Anhängsel der Technologie
- ... zu beseitigendes Restrisiko



# Digitalisierung: Wie verändert sich die Arbeit?

**Zu erwartende Veränderungen werden eher vielfältig und widersprüchlich sein als einheitlich und eindeutig.**

## Generelle Trends

- Größere Komplexität und Veränderungsdynamik technologischer Systeme
- Schnellerer organisatorischer Wandel
- Steigende Anforderungen an Flexibilität, Mobilität und Erreichbarkeit
- Mehr an Visualisierung, Sinnesreizen und Zeitdruck
- Schwierigere Abgrenzung von Arbeit und Freizeit
- Mehr Ergebnisorientierung, weniger direkte Anweisung und Kontrolle
- Weniger Routinearbeit, weniger manuelle Arbeit
- Eigenverantwortung und Selbstmanagement gewinnen an Stellenwert
- Wachsende und sich schneller wandelnde Qualifikationsanforderungen
- Größere Transparenz menschlicher Handlungen
- Zunehmende Interaktion von Menschen mit technologischen Systemen

# Möglicher Wandel der Belastungen

- Abnehmende körperliche Belastungen: evtl. Ausnahmen (Head-Mounted Displays, ...)
  - Automatisierung manueller Arbeit
  - Kompensation menschlicher Einschränkungen
- Wandelnde, möglicherweise steigende größere psychische Belastungen
  - Gefährdete Zeitsouveränität und Distanzierungsfähigkeit
  - Diskrepanz zwischen Verantwortung und Handlungsfähigkeit
  - Entgrenzung von Arbeit → Neue Stressoren im Privatleben.
  - Gestörte Handlungsregulation in der Interaktion mit Robotern (Trajektorien, Kollisionsrisiko)
  - Technikstress (Hoppe)



Foto: dolgachov/Panthermedia.net



Foto: Doreen Salcher/Fotolia.com

# Folgen der Digitalisierung für Beschäftigte



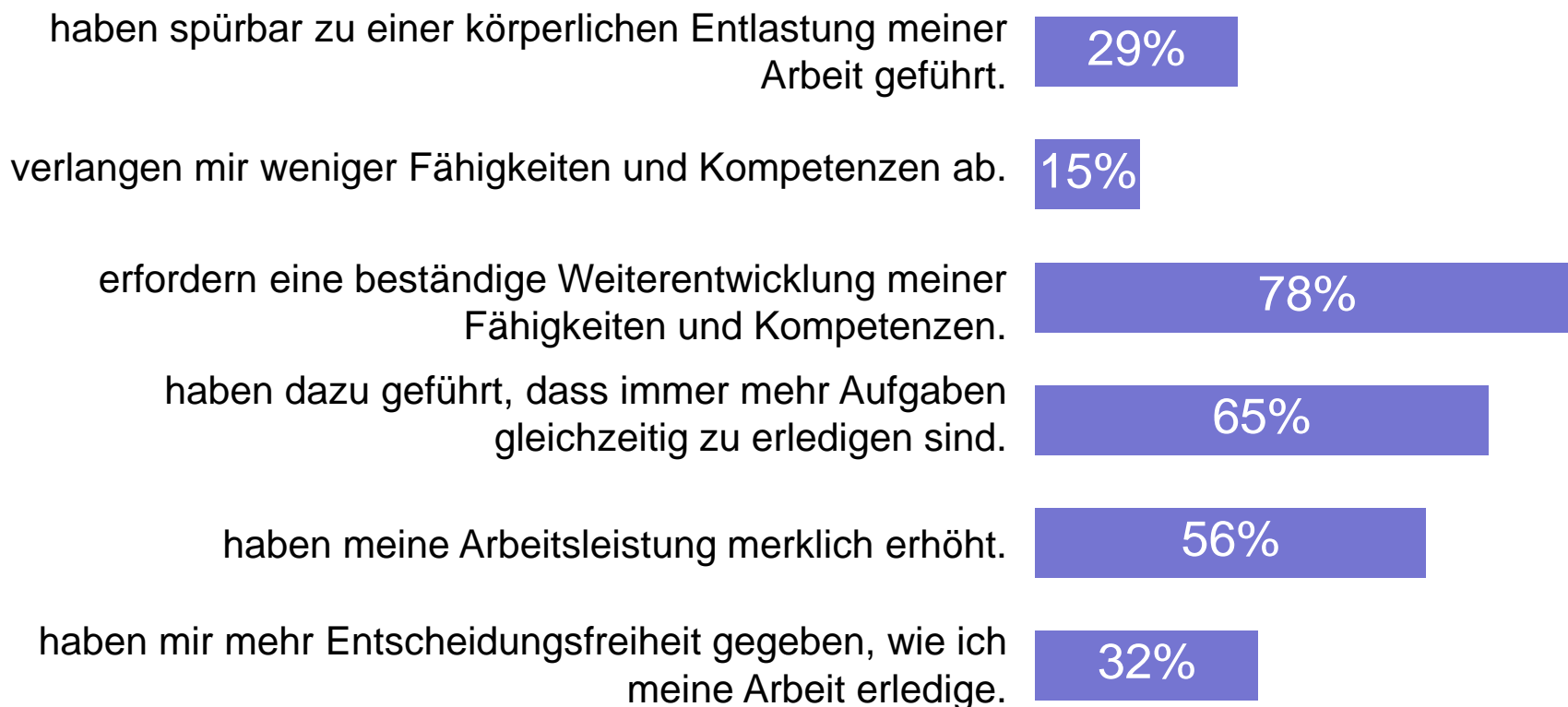
BMAS (2016) Monitor Digitalisierung am Arbeitsplatz. Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung.

**Bearbeiter:** IAB, Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Personalwirtschaftslehre der Universität zu Köln und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)

**Methode:** Befragung von Personalverantwortlichen in 771 Betrieben und von 7.109 Beschäftigten

# Auswirkungen technologischer Neuerungen

## Die technologischen Neuerungen ...



BMAS (2016) Monitor Digitalisierung am Arbeitsplatz. Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung. S,11



# Mögliche Arbeitserleichterung im „hybriden Arbeitssystem“

- Weniger **Routineaufgaben**
  - Automatisierter Informationsfluss
  - Systementscheidungen als technologische Dienstleistung
- Bessere Möglichkeiten einer **differentiellen Arbeitsgestaltung** (Anpassung von Arbeitssystemen an individuelle Bedürfnisse)
- Nutzung für die **Integration** (Kompensation menschlicher Einschränkungen)
- **Erweiterte Handlungsspielräume**
  - Assistenzsysteme erlauben Einsatz in neuen Arbeitsbereichen
  - Mehr Überwachungsaufgaben, Wachsende Diagnosemöglichkeiten
  - Vernetzung mit Kollegen
- Bessere **Work-Life-Balance**: Flexible Arbeitsorganisation, Entkoppelung von Produktionsprozess und Arbeitsort
- Erleichtertes Anlernen (→ Assistenzsysteme)
- Gehaltvollere Arbeit durch größere erforderliche technologische IT Kompetenz
- Weniger direktive, mehr **unterstützende Führung**

# Smart Factory 1: Die Maschine spricht mit Maschinen



| Vorstand

**Aufgabe an das Produktionssystem - Kundenauftrag: 500 Stück innerhalb einer Woche**



Magazin auffüllen übernehme ich.

Samstag geht leider nicht.

Magazin leer, bitte auffüllen!

Kapazität bis Freitag ausgebucht!

Schalt mich an!

Ich kann diesen Samstag arbeiten.

Muss in 2h am Warenausgang sein!

Quelle: Bauer/IAO



# Smart Factory 2: Die Maschine spricht mit den Menschen



| Vorstand

**Aufgabe an das Produktionssystem - Kundenauftrag: 500 Stück innerhalb einer Woche**



**Sei bis 23.00 Uhr für eventuelle Wartungsarbeiten erreichbar!**

Samstag geht leider nicht.

**Feierabend heute zwei Stunden später!**

Magazin auffüllen übernehme ich.

Magazin leer, bitte auffüllen!

Kapazität bis Freitag ausgebucht!

Schalt mich an!

**Deine Kollegen leisten mehr als Du!**

**Du musst am Wochenende arbeiten!**

Ich kann diesen Samstag arbeiten

**Du arbeitest morgen in Team 4!**

Muss in 2h am Warenausgang sein!

Quelle: in Anlehnung an Bauer/ IAO



# Mögliche Belastungen durch Arbeit im hybriden System

- **Verantwortungszuschreibung** trotz eingeschränkter menschlicher Steuerungsfähigkeit
- **Kognitive Überforderung**  
Große Komplexität und Geschwindigkeit von Systementscheidungen, hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit und Folgen technologischer Fehlentscheidungen  
Verlust an **Steuerungskompetenz** durch Verlust an Erfahrungswissen
- Verlust an **Zeitsouveränität**: Die Technik (und Einbindung des eigenen Arbeitsbereiches in die Wertschöpfungskette) bestimmt die Flexibilität
- Technologischer und organisatorischer **Wandel als Dauerzustand**
- **Transparenter Mensch** als Teil des Informationsflusses: → „Panoptische Kontrolle“. Entwicklung von **digitalen Menschmodellen**: Steuert die Technik den Menschen?





1. Vom Internet der Dinge zur Arbeit 4.0
2. Szenarien einer Arbeit 4.0
3. Assistenzsysteme und Robotik
4. Gestaltung digitalisierter Arbeit
5. Gestaltungsfeld Arbeitszeit



# Assistenzsysteme: Arbeitsfolgen sind Ergebnis der Arbeitsgestaltung

Technologie allein bestimmt nicht die Arbeitsbedingungen.

Über die Qualität der Arbeitsbedingungen entscheidet das Zusammenspiel von technologischer, organisatorischer und personenbezogener Gestaltung.

**Entlastung von Routinetätigkeiten, neue Formen der Unterstützung durch Wissensdatenbanken, Diagnosen und Handlungsvorschläge**

**UND / ODER:**

- Überwachung und Steuerung durch Assistenten
- Leistungsintensivierung und gläserne Beschäftigte
- Abkehr von qualifizierter Beschäftigung



<https://www.youtube.com/watch?v=MueW5Pzp9R0>

## Komplettmontage von Dampfgeräten (Projekt SmartF-IT) in U-Linie

- Werkerführung: Montageanleitung (MA-Info: Qualifikation und Erfahrung)
- Fehlerdiagnose / Reparaturvorschläge / Feedbacktool (anonymisiert)
- Teamleiter App: Abbild des Produktionssystems in Echtzeit
- Hallen GPS

## Projektziele

- Beherrschung steigender Variantenumfänge
- Größere Produktivität
- Kürzere Anlernzeiten

# Datenbrillen: Einsatzmöglichkeiten und Risiken



Foto: dolgachov/Panthermedia.net

## Einsatzmöglichkeiten

- Kommissionierung (Pick by Vision)
- Montage (bei großen Variantenumfängen)
- Inspektion / Qualitätsprüfung
- Integration von gehörlosen Mitarbeitern
- Ersatz für ergonomisch ungünstig platzierte Informationen

## Was ist zu beachten?

- Ablenkung durch die Brille: **Unfallgefahr**
- **Langfristige Folgen für die Augen?** Fehlen von Langzeituntersuchungen
- Tragekomfort: Gewicht, Temperatur, Einstellmöglichkeiten
- Qualität der Informationsdarstellung
- Auswirkungen auf Arbeitsgeschwindigkeit und Fehler
- Veränderung der **Arbeitsstrukturierung**: Simplifizierung von Arbeit?



| Vorstand

# Projekt Aquias: „Teilhabe durch Robotik“



**BOSCH**  
Technik fürs Leben



© Robert Bosch GmbH



Pilot zur barrierefreien Kooperation von schwerbehinderten Produktionsmitarbeitern mit dem Servicerobotik-System APAS



Pilot zur barrierefreien Kooperation von nichtbehinderten Produktionsmitarbeitern mit dem Servicerobotik-System APAS



Entwicklung und Test einer Modellierungsmethodik für Varianten der Arbeitsteilung Mensch-Technik in Arbeitsprozessen



Entwicklung einer Digitalisierungs-Roadmap zu Migrationschritten für die Einbindung der Servicerobotik

Arbeitsqualität durch individuell angepasste Arbeitsteilung zwischen Servicerobotern und schwer-/nichtbehinderten Produktionsmitarbeitern



# Mögliche Gefährdungen durch Mensch-Roboter-Interaktion

## Körperliche Gefährdungen

- **Zusammenstoß** mit Roboterarm, Werkzeug oder Werkstück
- **Quetschung** (Roboterarm, Werkzeug, Werkstück)
- **Scherung**
- Erfassen und **Mitgerissen werden** an Kabeln, Schläuchen, Werkzeugen oder Werkstücken
- Roboterarm als **Stolperhindernis**
- **Greifen** der Hand oder eines Fingers durch das Werkzeug
- Unfall, weil Mensch einer (möglichen) Roboterbewegung ausweicht
- **Einklemmen** des Beschäftigten im **Sicherheitsstopp** des Roboters

## Psychische Gefährdungen

- **Stress**, weil Roboter als gefährlich wahrgenommen wird
- Einschränkung der menschlichen Bewegungstrajektorien
- Belastung der menschlichen Aufmerksamkeitsressourcen



1. Vom Internet der Dinge zur Arbeit 4.0
2. Szenarien einer Arbeit 4.0
3. Assistenzsysteme und Robotik
4. Gestaltung digitalisierter Arbeit
5. Gestaltungsfeld Arbeitszeit

# Entwicklung von Arbeit und Beschäftigung: Darüber entscheidet nicht allein die Technik



| Vorstand

Ergonomie,  
Gebrauchstauglichkeit, ...

**Technik**



**Organisation**

**Menschen**

Zeitsouveränität, Aufgaben,  
Umgebung, ...

Aus- und Weiterbildung,  
Status, Lernkultur, ...

## Gestaltungsaufgabe

- Abstimmung von Technik, Organisation und Mensch
- Attraktive Ziele nicht nur für die Technik, sondern auch für die Entwicklung des Personals und der Arbeitsorganisation





# Menschengerechte Arbeit – 5-Ebenen-Modell nach Luczak/Volpert (1987)

[Quelle: nach Luczak; Martin]

## Bewertungsebenen

## Gestaltungsziele

### Sozialverträglichkeit

- Mitwirkung bei der Gestaltung von Arbeit und Technik
- Kooperation und Kommunikation

### Zufriedenheit und Persönlichkeits- förderlichkeit

- Chance, Qualifikationen zu nutzen
- Lernmöglichkeiten
- Abwechslungsreiche Aufgaben
- Kooperation und Kommunikation

### Zumutbarkeit und Beeinträchtigungsfreiheit

- Ergonomische und subjektbezogene Optimierung
- Erweiterte Aufgaben, Freiheitsgrade

### Ausführbarkeit

- Handhabungs- und körpergerechte Gestaltung

### Schädigungslosigkeit und Erträglichkeit

- Keine gesundheitliche Schädigung (Arbeit und Umgebungseinflüsse)
- Einhaltung von Dauerleistungsgrenzen

# Kriterien für Technikauswahl, Technikeinsatz und Technikbewertung



| Vorstand

- Unterstützung bei der **Aufgabenbewältigung** (Task-Technology-Fit):
  - Durch Informationen, Anweisungen, Lösungsvorschläge, ...
  - Hilft sie Fehler zu vermeiden, Zeit zu sparen, Entscheidungen zu verbessern, ...?
- Verminderung von gesundheitlichen **Gefährdungen und Belastungen** (mentaler und körperlicher Aufwand)
- Vergrößerung (keine Einschränkung) der **Bewegungsspielräume** (z.B. durch Head-Mounted Displays, Exoskelette)
- **Akzeptanz** durch die Nutzer
  - Gebrauchstauglichkeit (Bedienbarkeit, Fehlertoleranz, Individualisierbarkeit, Informationsauswahl, Funktionsauswahl, Tragekomfort, ...),
  - Subjektives Belastungsempfinden, subjektives Einschränkungsempfinden / Störung von Bewegungstrajektorien (z.B. durch Robotern),
  - Ästhetik, ...



# Was ist über die Technikauswahl hinaus zu beachten?

- Verbindung mit geeigneten **organisatorischen Maßnahmen**: z.B. Pausengestaltung bei erhöhter Beanspruchung, Qualifizierung, Anpassung der Umgebung
- Kombination mit Maßnahmen **lernförderlicher Arbeitsgestaltung** (Aufgabengestaltung, KVP, Arbeitsplatzwechsel).
- Orientierung an **Leitbildern**
  - Vollständige Tätigkeiten (hierarchisch, sequenziell)
  - Individualisierte Arbeitsgestaltung
  - Dynamische Arbeitsgestaltung
  - Voraussetzung: Dezentrale Konzepte der Organisation (Grundlage von horizontaler und vertikaler Aufgabenintegration und Polyvalenz)



1. Vom Internet der Dinge zur Arbeit 4.0
2. Szenarien einer Arbeit 4.0
3. Assistenzsysteme und Robotik
4. Gestaltung digitalisierter Arbeit
5. Gestaltungsfeld Arbeitszeit

# Digitalisierte Wirtschaft – Auswirkungen auf die Arbeitszeit

## Technologischer Wandel

- Zunehmende Nutzung von Smartphones, Mail, Assistenzsystemen, ...
- Koordinierung von Arbeit über das Internet
- Automatisierte Prozesssteuerung



Foto: bilderbox

## Folgen für die Arbeitszeitgestaltung

- Verwischung der Grenze zwischen Arbeitszeit und Freizeit
- (Anforderungen an) Erreichbarkeit nimmt zu
- Zeitliche Abstimmung in vernetzter Arbeit (virtuelle Teams)
- Mehr eigenverantwortlich gestaltete Arbeitszeit: Vertrauensarbeitszeit / Crowdwork
- Arbeit gewinnt an Mobilität: Was zählt zur Arbeitszeit?
- Wachsende Ansprüche an zeitliche Flexibilität
- Arbeitskraft als EDV-technisch verplante Ressource?
- Schwer zu regulierende Internetökonomie: → „Die APP als Arbeitgeber“ (Strube, 20.3.2015, DLF)

**Gefährdungen bei mobiler und zeitlich flexibler Arbeit** durch Vernachlässigung von Erholungsbedürfnissen, Vernachlässigung sozialer Kontakte, unzureichende ergonomische Arbeitsbedingungen

## Notwendige Regulierungsgegenstände / kollektive Schutzrechte

- Ergonomie von Arbeitsmitteln und –ort,
- Anerkennung und Erfassung von Arbeitszeit
- Definition von Anwesenheitszeiten und Ruhephasen
- Erreichbarkeit und Nicht-Erreichbarkeit
- Freiwilligkeit
- Arbeitsmöglichkeit im Betrieb
- Gewichtung sozial wertvoller Zeit
- Belastungsnaher Zeitausgleich



Foto: Pixabay/Photo-Rabe

# Ergänzung kollektiver Regulierung

## Grenzen kollektiver Schutzrechte bei mobiler und zeitlich flexibler Arbeit

- „Selbst“ gewählte Überlastung, um die Karriere nicht zu gefährden
- Gefährdungen werden von den Beschäftigten unterbewertet, weil Mobilität und Flexibilität auch Vorteile bringen
- Normalisierung überhöhter Leistungsansprüche
- Individualisierter Umgang mit Leistungsansprüchen
- Erschwerte Kontrollierbarkeit individuellen Leistungsverhaltens



Foto: Doreen Salcher/Fotolia.com

Die begrenzte Wirksamkeit schriftlich fixierter Schutznormen erfordert ergänzende Maßnahmen: Eine gestärkte **Präventionskultur** und **Gesundheitskompetenz** der Beschäftigten.



| Vorstand

# Kontakt

## Dr. Detlef Gerst

Ressortleiter

IG Metall, Vorstand

VB 01, Vorstand

Ressort Zukunft der Arbeit

Wilhelm-Leuschner-Str.79

60519 Frankfurt am Main

[detlef.gerst@igmetall.de](mailto:detlef.gerst@igmetall.de)

069-6693-2352



**ZdA** ZUKUNFT DER ARBEIT  
IG METALL

